Münster 1936 No 245 Med DiSS

Aus dem Hygienischen Institut zu Münster i. W.
Direktor: Prof. Dr. Jötten

Über die Steigerung der Wirkung des Belebtschlammverfahrens durch Bakterienzufuhr

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der ärztlichen Doktorwürde
der hohen medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelmsuniversität zu Münster i. W.

vorgelegt von

Fritz Ostendorf
Med.-Praktikant
aus Ahlen i. Westf.

1936

Druck: Heinrich Buschmann, Münster i. W., Drubbel 17-18

Dekan: Prof. Dr. Jötten
Referent: Prof. Dr. Sartorius

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

„Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W."

Die Abwasserbeseitigung, eine der wichtigsten hygienischen Aufgaben im Zusammenleben der Menschen, hat im Laufe der Entwicklung der modernen Hygiene eine dauernde Wandlung durchgemacht. Die Gründe hierfür liegen einmal in der Notwendigkeit, die Methoden den verschiedenen Oertlichkeiten so gut wie möglich anzupassen, dann aber in der Aufgabe, in sehr vielen Fällen überaus große Mengen in kürzester Zeit zu verarbeiten und dabei das Verfahren so wirtschaftlich wie möglich zu gestalten. Aus alledem ergeben sich dauernd neue biologische und technische Problemstellungen für die Hygiene. Von diesen soll im folgenden besonders das Problem der Vorgänge bei dem sogen. Belebtschlammverfahren, einem Nachreinigungsverfahren, das neuerdings sehr viel Interesse gefunden hat, in bestimmter Richtung ins Auge gefaßt werden. Die Nachreinigung des vorgeklärten Abwassers mittels Belebtschlamm hat sich als ein praktisches und aussichtsreiches Nachreinigungsverfahren erwiesen, das sich besonders dort eignet, wo es große Mengen Abwasser zu bewältigen gilt. Für kleinere Gemeinden mit relativ wenigem Abwasser dürfte es dagegen im allgemeinen nicht wirtschaftlich genug sein. Das Belebtschlammverfahren wurde nach dem Weltkrieg aus den angelsächsischen Ländern nach Deutschland eingeführt und enthält theoretisch und praktisch noch manche ungeklärte Fragen. Die Reinigung mit Belebtschlamm entspricht etwa den Vorgängen bei der Selbstreinigung der Flüsse, nur wird beim Belebtschlammverfahren das Abwasser künstlich bewegt und belüftet, wobei der dabei gebildete belebte Schlamm, ähnlich den Mikroorganismen im Fluß, die organische Substanz abbaut.

Die Durchführung einer Belebtschlammreinigung eines Abwassers verlangt grundsätzlich eine Aufteilung der Reinigungsvorgänge in drei Stadien:

1. das Stadium der Vorreinigung,
2. eigentliche Belebtschlammbildung,
3. Rückleitung von Ueberschußschlamm und Impfschlamm.

Sämtliche Stadien der Reinigung sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und Verbesserungsvorschläge gewesen. Besonders die verwickelten Vorgänge im Belüftungsbecken sind genauer studiert worden.

Zunächst einmal wurde die wirksamste Art der Belüftung ausprobiert (1—10). Umwälzung des Wassers mittels Paddelräder, Wurfkreisel und Druckluft wurden als vorteilhaft empfohlen, auch wurden Versuche über die wirksamste Art der Verteilung der Druckluft und die vorteilhafteste Form und Größe der Belüftungsbecken angestellt (4—9). Im allgemeinen wird zur Zeit eine Bewegung des Abwassers durch Paddelräder, gegebenenfalls unter Verwendung von Zusatzluft angewandt (4—8). Die Belüftungszeit schwankt nach den Angaben der einzelnen Autoren zwischen 3 und 9 Stunden bis zur völligen Reinigung (11 u. 12), jedoch läßt sich der Prozeß durch Zusatz von Chlorkalk oder Eisen wesentlich beschleunigen (13, 14). Vorgefaultes Abwasser oder solches, das den aeroben Bakterien schädliche Substanzen wie z. B. das Phenol enthält, eignet sich nur unter bestimmten Voraussetzungen für das Belebtschlammverfahren (9, 15). Andererseits vermag sich der Belebtschlamm den verschiedenen Abwässern anzupassen und z. B. Stärke und Gelatine fermentativ abzubauen. Bei Brauereiabwässern soll nach Angaben von Ali Muhiddin (17) Alkalisierung derselben günstig auf den Reinigungsvorgang einwirken. E. Winter, Herb und Kammann schlagen vor, mittels des Belebtschlammverfahrens nur eine teilweise Reinigung des Abwassers vorzunehmen und dieses dann auf Tropfkörper oder Rieselfelder zu leiten (2, 21). Bei dieser Kombination ist eine 2—4 fache Leistungsfähigkeit der Tropfkörper erzielt worden.

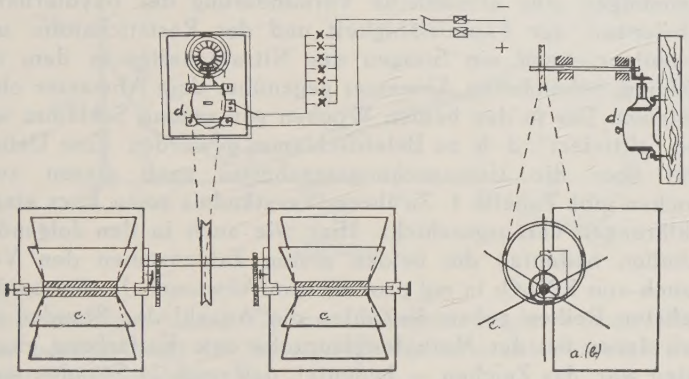
H. C. Whitehead will es sogar bei einer nur kurzen partiellen Reinigung bewenden lassen, da einerseits das Abwasser dann schon den gesetzlichen Anforderungen nach Fäulnisunfähigkeit genüge, andererseits bis zur endgültigen Reinigung ein Mehrfaches an Belüftungszeit notwendig sei (22).

Nach Mohr braucht man bei Belüftung des Rücklaufschlamms etwas weniger Luft und etwas weniger aktiven Schlamm im Belüftungsbecken, jedoch ist diese günstige Wirkung nicht konstant (9).

Alle diese Versuche, Vorschläge und Verfahren lassen zunächst ein tastendes empirisches Vorgehen hinsichtlich der Klärung der bestmöglichsten Art der Belebtschlammreinigung erkennen. Eine tiefergehende Erkennung der Vorgänge muß weiterhin angestrebt werden, damit man es in der Hand hat, in jedem Falle die wirksamste Modifikation des Belebtschlammverfahrens angeben zu können. In den folgenden eigenen Untersuchungen sollte der Versuch gemacht werden, die Beeinflussung des Belebtschlammverfahrens durch bestimmte Bakterienarten näher zu klären. Ueber ähnliche Untersuchungen berichtet neben anderen Buswell (11), jedoch hat er sein Augenmerk hauptsächlich auf die Protozoen, bzw. nur auf die Zahl der Bakterien im ccm Schlamm gerichtet.

Zur Durchführung der Versuche wurde von mir eine einfache Versuchsanlage benutzt (Skizze 1), die sich sehr gut bewährte, insofern damit ein Vergleich verschieden behandelter Abwasserproben möglich war.

Zwei gleich große Aquariengläser (a u. b) von je 7 Ltr. Inhalt wurden mit Abwasser gefüllt, und dieses in beiden durch Flügelräder (c) umgerührt bzw. gelüftet. Der Antrieb erfolgte durch einen kleinen Elektromotor (d). Der Schlamm, der sich nach 5—7 stündigem Umrühren absetzte, wurde gesammelt und



a. b. **Skizze 1**

zu dem neuen Abwasser im Becken a gegeben, während das Becken b nur Abwasser ohne Schlamm enthielt. Das Abwasser im Becken a wurde so immer mehr mit Schlamm angereichert, der des nachts durch Belüftung aus einer Preßluftflasche lebendig erhalten wurde. Zur Untersuchung gelangte das Abwasser der Stadt Münster i. W., das hauptsächlich Haushaltungen entstammt und nicht durch gewerbliche Zuflüsse stark einseitig verändert ist.

War das Abwasser die angegebene Zeit in beiden Becken belüftet, so wurde es untersucht und aus der Differenz der Ergebnisse konnte auf die Leistungsfähigkeit des sich entwickelnden Belebtschlamms geschlossen werden. Zur Untersuchung wurden folgende Bestimmungen ausgeführt:

1. die Bestimmung der oxydierbaren Substanzen aus dem $KMnO_4$-Verbrauch nach Kubel-Tiemann.

Diese Bestimmung wurde in der Weise ausgeführt, daß 10 ccm des behandelten Abwassers mit 90 ccm Aqua dest. verdünnt und dann mit 10 ccm verdünnter Schwefelsäure und 10 ccm $\frac{n}{100}$ $KmnO_4$ versetzt wurden. Hierauf wurde genau 10 Minuten gekocht, daß die Flüssigkeit gerade noch siedete und anschließend mit $\frac{n}{100}$ Oxalsäure die gewöhnliche Untersuchung auf den $KMnO_4$-Verbrauch vorgenommen unter jedesmaliger Neubestimmung des $KMnO_4$-Titers.

2. Außer dieser Probe wurde vorgenommen die Bestimmung der Fäulnisfähigkeit durch die Methylenblauprobe nach Spitta und Weldert. Die Proben blieben 24 Stunden im Brutschrank bei 37° C.
3. Die Bestimmung des Gesamtstickstoffs nach der Methode von Dr. Kowarski.
4. Die Nitratbestimmung colorimetrisch mit Diphenylaminschwefelsäure.

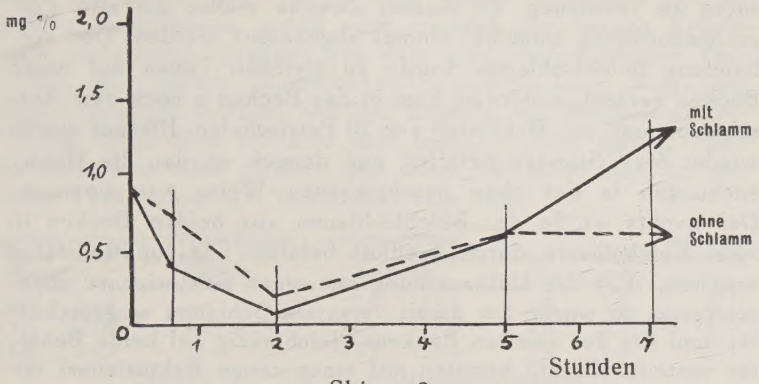
14 Tage nach Beginn der Untersuchungen ergaben die Bestimmungen eine allmähliche Verminderung der oxydierbaren Substanzen, der Fäulnisfähigkeit und des Reststickstoffs und dementsprechend ein Steigen des Nitratgehaltes in dem mit Schlamm behandelten Abwasser gegenüber dem Abwasser ohne Schlamm. Der in den beiden Wochen gewonnene Schlamm war also „aktiviert", d. h. zu Belebtschlamm geworden. Eine Uebersicht über die Untersuchungsergebnisse nach diesen zwei Wochen gibt Tabelle 1. Zu ihrem Verständnis seien kurz einige Erklärungen vorausgeschickt. Hier wie auch in den folgenden Tabellen bedeuten die beiden ersten Zahlenreihen den Verbrauch von $KMnO_4$ in mg pro 100 ccm Abwasser. In den beiden nächsten Reihen geben dieZahlen die Anzahl der Stunden an, nach denen bei der Methylenblauprobe eine Entfärbung eingetreten war, das Zeichen — bedeutet, daß nach 24 Stunden noch keine Entfärbung eingetreten war, das Zeichen +—, daß nach 24 Stunden die Flüssigkeit noch intensiver blau war als die Vergleichsflüssigkeit, und das Zeichen +, daß völlige Entfärbung eingetreten war. In den Reihen 5 und 6 ist der Gesamtstickstoff, in den Reihen 7 und 8 der N_2O_5-Gehalt in mg pro 100 ccm Abwasser angegeben. Die letzte Reihe endlich gibt die Steigerung der Reinigungswirkung in Prozenten an, errechnet aus dem Durchschnitt der Differenzen des $KMnO_4$-Verbrauchs und des Stickstoffgehalts.

Tabelle 1 zeigt, wie der Schlamm länger als eine Woche lang ziemlich gleichmäßig das Wasser reinigte. Sind die Einzelergebnisse einer jeden Versuchsreihe nicht im selben Ausmaß verändert, was ja auch bei biologischen Reaktionen von vorneherein nicht zu erwarten ist, so stimmen sie doch grundsätzlich in ihrer Tendenz stets überein.

$KMnO_4$-Verbrauch mit Schlamm	ohne	Fäulnisfähigkeit mit Schlamm	ohne	Stickstoffgehalt mit Schlamm	ohne	Nitrat mit Schlamm	ohne	Leistungssteigerung in %
18,9	25,8	—	8	7,3	13,0	2,5	1,5	34
23,3	35,9	24	12	10,0	14,3	2,0	1,5	32
17,5	29,5	—	3	10,0	13,0	0,5	0,25	33
15,6	17,4	—	4	10,4	13,2	1,5	1,0	17
16,8	31,0	—	4	5,7	14,3	1,5	1,0	54
16,8	31,0	24	4	12,2	15,2	1,5	1,0	37
17,4	29,3	—	3	6,5	14,3	0,5	0,5	49
21,4	38,3	—	3	3,5	6,3	0,5	0,5	47

Tabelle 1.

Recht interessant war das Verhalten des Nitrats während der einzelnen Phasen der Belüftung. Skizze 2, die eine Durchschnittskurve aus 15 Bestimmungen darstellt, gibt einen kurzen Ueberblick hierüber.



Skizze 2.

Ohne weiteres sind 2 Phasen erkennbar, in der ersten fällt, in der zweiten steigt der Nitratgehalt. Es kann sich dabei um zweierlei Vorgänge handeln:

1. Zunächst kann es zur Zusammenballung der kolloiden Teilchen und damit im Zusammenhang zur Adsorption von gelösten Nitraten kommen, sodaß also die Nitratkurve sinkt, bei der nachher einsetzenden Nitratbildung durch die Bakterientätigkeit kommt es dann wieder zum Ansteigen der Nitratkurve.

Oder

2. kann es wiederum zur Zusammenballung der kolloiden Teilchen kommen, bei der dann die Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs bis zu Ammoniak reduziert werden. Nachdem es so zur Verminderung der Nitrate gekommen ist, läßt die später wieder erfolgende Oxydation den Nitratgehalt des Wassers wieder ansteigen.

Auch H. C. Whitehead (22) nimmt für die erste Phase der Belebtschlammwirkung vornehmlich physikalische Vorgänge an, bei denen die kolloiden Stoffe aus dem Abwasser herausgeschafft werden, während die Oxydation und auch die Bildung von Nitrat erst in der zweiten Phase einsetzen sollen. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Goodacre (23) und R. Cambier (24).

Vielleicht ließe sich die Nitratbestimmung als dauernde einfache Kontrolle der Arbeit einer Belebtschlammanlage verwenden, Voraussetzung dafür wären allerdings gleichmäßige Arbeitsbedingungen und Berücksichtigung des anfänglichen Nitratgehaltes.

Nachdem sich der Schlamm eingearbeitet hatte, und das Wasser sich genügend reinigte, wurde nunmehr versucht, die Hauptaufgabe zu lösen, nämlich eine Steigerung der Leistung des Belebtschlamms durch die Zufuhr von Bakterienreinkulturen zu versuchen. Zu diesem Zwecke mußte die alte Versuchsanordnung zunächst einmal abgeändert werden. Der vorhandene Belebtschlamm wurde zu gleichen Teilen auf beide Becken verteilt, außerdem kam in das Becken a noch eine Aufschwemmung von Bakterien von 20 Petrischalen. Hierauf wurde wieder 6—7 Stunden belüftet, und danach wurden die Untersuchungen in der oben beschriebenen Weise vorgenommen. Des nachts wurde der Belebtschlamm aus beiden Becken in zwei Kelchgläsern durch Preßluft belüftet und funktionsfähig erhalten. War die Untersuchung mit einer Bakterienart abgeschlossen, so wurde der damit versetzte Schlamm weggeschüttet, und der des zweiten Beckens gleichmäßig auf beide Behälter verteilt. Hierauf konnten mit einer neuen Bakterienart die Versuche in der gleichen Weise wieder aufgenommen werden.

Von den grampositiven wurden zunächst zwei Stämme Wurzelbakterien geprüft. Der erste von diesen war aus dem gewöhnlichen Belebtschlamm selbst reingezüchtet, während der zweite einer verunreinigten Kultur von Ruhrbazillen entstammte. Tabelle 2 und 3 zeigen die Ergebnisse, die mit den beiden Stämmen erzielt wurden.

Durch den ersten Stamm wurde am ersten Tage kaum eine, am zweiten schon eine erhebliche und am dritten eine 20%ige Zunahme der Reinigungsfähigkeit des Belebtschlamms erzielt. Dasselbe Bild, das sich hier zeigte, wiederholte sich nachher auch bei den anderen wirksamen Bakterienkulturen. Bevor die Bakterien ihre Wirksamkeit entfalten konnten, nämlich die Schmutzstoffe des Wassers abzubauen, mußten sie sich offenbar erst den neuen Lebensbedingungen, wie sie Belebtschlamm und Abwasser boten, anpassen. War das geschehen, so konnten die so eingewöhnten Bakterien ihre reinigende Tätigkeit entfalten. Aus dem Ausfall der Versuche ergibt sich also, daß erst das Ergebnis des dritten Versuchstages Aufschluß gab über die Eignung des Bakterienstammes für die Abwasserreinigung. Deutlich gesteigert war allerdings vom ersten Tage an die Nitratbildung bei dem mit den Wurzelbakterien versetzten Belebtschlamm. Vielleicht zählt der benutzte Stamm zu den Bakterien, die die Steigerung des Nitratgehaltes des Abwassers während der Reinigung mittels Belebtschlamm bewirken. Ein ganz anderes Bild als Tabelle 2 bietet Tabelle 3, die die Wirksamkeit des zweiten Stammes Wurzelbakterien demonstriert. Bei diesem wurde nicht nur keine Leistungssteigerung des Belebtschlammes erzielt, sondern an den beiden ersten

Tagen trat sogar ein deutliches Absinken der Reinigungswirkung ein. Diese Erscheinung erklärt sich wohl daher, daß die zugesetzten Bakterien nach und nach abstarben und so die Menge der im Wasser vorhandenen organischen Substanz vermehrten. Am 3. Tage waren dann wieder in beiden Becken gleiche Verhältnisse, sodaß auch ziemlich gleichartige Ergebnisse festgestellt wurden. Aus dem ganz verschiedenen Verhalten der beiden Wurzelbakterienstämme kann wohl der Schluß gezogen werden, daß die Eignung zur Belebtschlammbildung nicht ohne weiteres eine Eigenart einer ganzen Bakterienart sein muß, sondern daß diese Fähigkeit auch auf gewisse Typen einer Art beschränkt sein kann.

KMnO4-Verbrauch mit Bakterien	KMnO4-Verbrauch ohne Bakterien	Fäulnisfähigkeit mit Bakterien	Fäulnisfähigkeit ohne Bakterien	Stickstoffgehalt mit Bakterien	Stickstoffgehalt ohne Bakterien	Nitrat mit Bakterien	Nitrat ohne Bakterien	Leistungssteigerung in %
22,7	26,3	—	—	22,0	22,5	1,5	1,0	8
17,6	22,6	+—	—	14,5	17,0	1,5	0,75	18
16,6	24,3	+—	—	13,7	17,0	1,5	1,0	20

Tabelle 2: Wurzelbakterien, Stamm 1.

37,5	29,8	16	24	15,1	11,2	0,5	1,0	— 30%
25,7	18,7	24	—	6,9	6,5	1,5	2,5	— 20%
15,8	16,3	—	—	17,1	17,1	1,5	1,5	+ 2%

Tabelle 3: Wurzelbakterien, Stamm 2.

Die nächste Untersuchung wurde mit einem Stamm Heubakterien angestellt. Die Tabelle bietet hier ein ganz ähnliches Bild wie bei dem zweiten Stamm Wurzelbakterien. Allerdings war an allen drei Tagen ein Ansteigen des Nitratgehalts festzustellen.

KMnO-Verbrauch mit Bakterien	KMnO-Verbrauch ohne Bakterien	Fäulnisfähigkeit mit Bakterien	Fäulnisfähigkeit ohne Bakterien	Stickstoffgehalt mit Bakterien	Stickstoffgehalt ohne Bakterien	Nitrat mit Bakterien	Nitrat ohne Bakterien	Leistungssteigerung in %
18,5	14,7	—	+—	12,0	10,3	0,5	5,25	— 17%
11,8	12,0	—	—	11,4	10,9	1,0	0,5	— 6%
14,8	14,8	—	—	20,7	20,6	1,5	1,0	+ 0%

Tabelle 4: Heubakterien.

Von den grammpositiven Bakterien gelangte als erstes das Bakterium coli zur Untersuchung, das sich auch schon unter gewöhnlichen Umständen reichlich im Abwasser findet. Auch hier ist wieder, wie bei den anderen Untersuchungen, das Ansteigen des Reinigungseffektes vom ersten zum dritten Tage charakteristisch. Mit dem benutzten Stamm wurde am dritten Tag die Leistung des Belebtschlamms um ungefähr ⅓ gesteigert.

KMnO4-Verbrauch mit Bakterien	KMnO4-Verbrauch ohne Bakterien	Fäulnisfähigkeit mit Bakterien	Fäulnisfähigkeit ohne Bakterien	Stickstoffgehalt mit Bakterien	Stickstoffgehalt ohne Bakterien	Nitrat mit Bakterien	Nitrat ohne Bakterien	Leistungssteigerung in %
9,6	8,6	—	—	7,6	8,7	1,0	0,5	2
8,2	10,2	+—	—	10,0	13,4	1,5	1,0	22
6,1	9,6	+—	—	8,4	11,4	2,0	1,0	32

Tabelle 5: Bakterium coli.

Nach den Angaben von F. Sierp (10) findet sich Bakterium coli nach der Belebtschlammbehandlung des Abwassers in diesem nur noch in sehr geringer Zahl, es scheint demnach vollkommen in die Flocken des Belebtschlamms überzugehen.

Eine ähnliche, aber nicht ganz so gute Wirkung wie mit Bakterium coli wurde mit Pyocyaneus erzielt, dessen Wirkung aus Tabelle 6 ersichtlich ist. Während hier am dritten Tag der $KMnO^4$-Verbrauch nur wenig herabgedrückt ist, ist die Differenz beim Reststickstoff und erst recht bei der Nitratbildung doch recht erheblich. Die durchschnittliche Leistungsverbesserung beläuft sich bei dem Belebtschlamm mit Zusatz von Pyocyaneus am dritten Tag auf ungefähr 22 %.

KMnO4-Verbrauch mit Bakterien	KMnO4-Verbrauch ohne Bakterien	Fäulnisfähigkeit mit Bakterien	Fäulnisfähigkeit ohne Bakterien	Stickstoffgehalt mit Bakterien	Stickstoffgehalt ohne Bakterien	Nitrat mit Bakterien	Nitrat ohne Bakterien	Leistungsstoffgehalt in %
16,1	15,2	—	—	8,2	8,2	1,5	1,5	3
9,6	11,3	+—	—	7,7	8,8	2,0	1,5	15
11,6	13,7	+—	—	14,0	19,2	1,5	1,0	22

Tabelle 6: Bac. pyocyaneus.

Der beste Effekt wurde erreicht mit je einem Stamm von B. proteus und B. fluorescens. (Tabelle 7 u. 8). Während hier der KMnO -Verbrauch um ungefähr ⅓ gesenkt ist, ist der Stickstoffgehalt auf die Hälfte und noch weniger gesunken, gleichzeitig ist der Nitratgehalt um das zwei- bzw. dreifache gestiegen. Es enthielt demnach das mit B. proteus bzw. B. fluorescens versetzte Abwasser nur noch weniger als 60 % der Verunreinigung des mit gewöhnlichem Belebtschlamm behandelten Abwassers.

KMnO4-Verbrauch mit Bakterien	KMnO4-Verbrauch ohne Bakterien	Fäulnisfähigkeit mit Bakterien	Fäulnisfähigkeit ohne Bakterien	Stickstoffgehalt mit Bakterien	Stickstoffgehalt ohne Bakterien	Nitrat mit Bakterien	Nitrat ohne Bakterien	Leistungssteigerung in %
17,3	13,2	—	+—	11,0	10,0	1,5	1,0	— 20%
10,6	12,7	+—	—	14,0	21,0	1,0	0,5	24
11,3	17,5	+—	—	10,9	26,1	1,0	0,5	46

Tabelle 7: Bac. proteus.

24,3	23,9	16	24	12,3	12,4	0,5	1,5	— 1%
11,5	12,7	+—	—	2,3	3,1	1,5	0,5	17
20,0	28,1	—	24	11,9	21,7	1,5	0,5	41

Tabelle 8: Bac. fluorescens.

Die Frage, ob durch die Zufuhr von Bakterien eine Verbesserung des Belebtschlamms erzielt werden kann, kann durch die angeführten Versuche wohl als im positiven Sinne gelöst betrachtet werden, ist doch durch B. proteus und B. fluorescens eine Steigerung der Reinigungswirkung um ca. 43 % und auch durch verschiedene andere Bakterienstämme eine wesentliche Verbesserung erzielt worden. Wollte man eine solche Verbesserung

des Belebtschlammverfahrens in großen Abwasserreinigungsanlagen durchführen, so bestände bei der Variabilität und Anpassungsfähigkeit der Mikroorganismen vielleicht die Möglichkeit, für die verschiedenen Abwässer Standortvarianten zu züchten, die für die jeweilige Anlage ein Höchstmaß von Reinigungswirkung erzielen würden. Die größte Schwierigkeit für eine Auswertung der Untersuchungen in Großanlagen dürfte wohl die Züchtung der großen Bakterienmassen bieten, die nötig sind, um zunächst die Zusammensetzung des Belebtschlamms wirksam zu beeinflussen.

Es ließe sich jedoch denken, daß durch besondere Maßnahmen in der Impfschlammbehandlung ein dauerndes Vorherrschen besonders günstig erscheinender Keimarten erzielt werden könnte. Die technischen Schwierigkeiten, die sicher zunächst groß sind, würden sich mit großer Wahrscheinlichkeit durch die wirtschaftlichere Arbeitsweise wieder wettmachen lassen.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Es gibt bestimmte Bakterienarten, die besonders geeignet sind, als Bestandteil des Belebtschlamms Schmutzstoffe im Wasser abzubauen.

2. Im Laboratorium läßt sich durch Zufuhr von Kulturen dieser Bakterien eine Verstärkung der reinigenden Wirkung des normalen Belebtschlammes erzielen.

Literaturverzeichnis.

1. F. Sierp: Ges.-Ing. Jg. 54, Seite 45 (1931).
2. E. Winter: Ges.-Ing. Jg. 54, Seite 65 (1931).
3. Kuschin: Ges.-Ing. Jg. 54, Seite 415 (1931).
4. Mieder u. Viehl: Ges.-Ing. Jg. 54, Seite 660 (1931).
5. Haseltine: Ges.-Ing. Jg. 55, Seite 486 (1932).
6. O. Kammann: Techn. Gemeindebl. Nr. 1—2, Seite 13—16 (1924)
7. Haworth: Zentrbl. f. d. ges. Hyg. Bd. 17, S. 394 (1929).
8. Seiser: Zentrbl. f. d. ges. Hyg. Bd. 18, S. 588 (1929).
9. O. Mohr: Zentrbl. f. d. ges. Hyg. Bd. 22, S. 728 (1930).
10. F. Sierp: Zentrbl. f. d. ges. Hyg. Bd. 14, S. 681 (1927).
11. A. M. Buswell: Mittlg. Nr. 18, Ges.-Ing. Jg. 47, S. 76—78 (1924).
12. E.H.G. Boston: Wasser u. Abwasser, Bd. 17, S. 199.
13. Abel Wolman: Zentrbl. f. d. ges. Hyg. Bd. 15, S. 110 (1927).
14. H. D. Bell: Wasser u. Abw. Bd. 24, S. 603—604.
15. W. Hussmann: Ges.-Ing. Jg. 54, S. 593—596 (1931).
16. O. Herb: Zentrbl. f. d. ges. Hyg. Bd. 19, S. 120 (1929).
17. Ali Muhiddin: Zentrbl. f. d. ges. Hyg. Bd. 24, S. 417 (1931).
18. F. Klopstock: Zentrbl. f. Bakt. u. Hyg. 2. Abt. Bd. 79, Nr. 23—26, S. 481—505.
19. Imhoff: Techn. Gemeindebl. 1924, Nr. 11—12, S. 132—136.
20. F. Klopstock: Zentrbl. f. d. ges. Hyg. Bd. 22, S. 111 (1930).
21. Kammann u. O. Herb: Ges.-Ing. Jg. 53, S. 622 (1930).
22. H. C. Whithead: Wasser u. Abw. Bd. 12, S. 347.
23. Goodacre: Wasser u. Abw. Bd. 25, S. 410.
24. R. Cambier: Wasser u. Abw. Bd. 15, S. 284.

Lebenslauf.

Am 23. Januar 1910 wurde ich als das 3. Kind des Lehrers Gerhard Ostendorf und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Voß, in Bocholt (Westf.) geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschulen in Altahlen bei Ahlen, Marl und Ahlen (Westf.) besuchte ich 9 Jahre lang das Städt. Realgymnasium zu Ahlen (Westf.), wo ich am 1. 3. 1929 die Reifeprüfung ablegte. Darauf studierte ich vom Sommer-Semester 1929 bis zum Ende des Winter-Semesters 1934 Medizin an den Universitäten Münster, Berlin und Innsbruck und beendete am 21. 12. 1934 in Münster das ärztliche Staatsexamen. Während des Prakt. Jahres war ich im Städt. Krankenhaus Clemens-Hospital in Münster tätig.

Fritz Ostendorf